仕様書

１．件名

格納容器構造の健全性評価手法の高度化
（開発成果のまとめ）(2-6)

２．目的

原子力発電所の格納容器は、原子炉の５重の障壁の一つとして、原子炉圧力容器など主要な原子炉機器を格納しており、原子炉で最悪の事態が発生した場合でも、原子炉から出てきた放射性物質を閉じ込めて、周辺における放射線の影響を低く抑える役割を持つ。したがって、格納容器の健全性・安全性を向上することは、原子力発電所の安全性向上に大きく寄与することになる。

2011年３月に発生した福島第一原子力発電所の事故では、全電源喪失による冷却不能により炉心が損傷し、さらに格納容器は想定以上の温度上昇により損傷して、放射性物質が漏洩した。これを受け、格納容器の過圧・過温破損防止などのために、格納容器の除熱機能の多様化や過温破損防止などの強化対策の重要性が指摘された。安全系統やアクシデントマネジメント(AM)に関し、信頼性が高くかつ合理的な強化対策を検討するためには、格納容器の耐力、安全裕度を精度良く評価する必要がある。この実現に向け、本技術開発では、福島第一原子力発電所事故で発生した格納容器内の長期高温環境も扱える格納容器構造の健全性評価手法を開発することを目的とする。

格納容器構造の健全性評価手法を開発するため、本開発では、まず SA における圧力・温度に対して構造健全性評価のための基礎データを整備する。これまでの開発では SA 条件を一部想定した圧力・温度に対して構造健全性評価を実施しており、このための材料物性データを試験にて取得した。今後、これまでに得られた試験方法のノウハウを活用し、福島第一原子力発電所の事故を踏まえた温度条件を追加して材料物性データの更なる拡充・充実を図る。これにより、鋼製格納容器、鉄筋コンクリート製格納容器(RCCV)を含めたSA評価用データ(コンクリート・鋼材の物性データ)の整備を進める。

さらに本開発では、SA時の高温弾塑性解析技術を確立し、福島事故条件も含めた事故環境下でのコンクリートおよび鋼材の状態変化を予測し、RCCV および鋼板コンクリート構造（SC 構造）の格納容器（SCCV）を対象に格納容器バウンダリの応力・変形特性、RPV ペデスタルの状態などを精度良く解析可能な格納容器構造の健全性評価手法を高度化する。この実現のため、格納容器の特徴的部位についての試験を実施し、試験結果と解析結果を比較検討することで、高温弾塑性解析手法の開発を進める。試験は、RC 構造およびSC 構造の両方を想定して実施する。

格納容器はこれまで、鋼製格納容器、鉄筋コンクリート製格納容器と改良が続けられてきた。鋼板コンクリート構造（SC 構造）は、これに次ぐ新たな技術として、近年、注目されているもので、格納容器を鋼板（従来の鉄筋に相当）とコンクリートの複合構造で製作する技術である。

SC 構造は鋼板厚さの増加及び内側・外側鋼板を接続するリブの枚数及び板厚の増加が可能であり、耐震性向上に対して自由度が大きい構造である。また大型モジュール工法と組み合わせて、工場での製作範囲を増やし、プラント建設現場での作業を減らすことができるため、製作の信頼性向上を図れると共に、工期の短縮と省力化も併せて実現可能である。

本開発で得られた SC 構造に関連する成果は 2019 年度までに日本機械学会にて、SC 構造格納容器（SCCV）規格（コンクリート製格納容器の JSME S NE1 に相当）として規格化する。その後、この規格の規制側評価のエンドースを経るとともに、「実用発電用原子炉及びその附属施設の技術基準に関する規則」（平成 25 年原子力規制委員会規則第 6 号。以下「技術基準規則」という。）の改訂（SC 構造格納容器の追記）がおこなわれ、最終的に技術基準規則の解釈へ記載されることにより、2021 年度に SC 構造格納容器の原子力発電所への適用を可能とする。これにより、将来に向けて、格納容器安全性のより一層の向上を図る計画である。

本件は、上記目的のうち、フェーズⅡ開発成果のまとめとして、フェーズⅡ開発成果の整理、構造成立性再評価及び解析的手法のまとめを実施するものである。

３．実施内容

３.１　フェーズⅡ開発成果の整理

発注者より提供する材料を基に、フェーズⅡで実施した試験結果及び解析結果についてこの成果をまとめる。

まとめに際しては以下の各試験項目及び内容について、試験及び解析結果をまとめるが、試験及び解析結果のまとめにあたっては試験の特性に応じた内容とする。

なお、試験項目の中、②材料試験及び⑤SA 条件高温部材試験についてはフェーズⅠ試験結果との連続性を考慮する必要があるため、フェーズⅠとフェーズⅡの内容を総合的にまとめる。

・ 試験項目

①全体概要
②材料試験
③基部試験
④隅角部試験
⑤SA 条件高温部材試験
⑥特定部位確認試験
⑦全体試験

・ 試験及び解析結果まとめ内容

①概要（試験目的、想定する状態、試験方法、試験ケース、試験体仕様、解析内容）
②試験の概要（試験体形状、加熱・加力装置と試験手順、加熱方法、加力方法、計測項目）
③試験結果とまとめ（試験の目的に応じて記載）
④試験を対象とした解析（解析目的、解析条件、解析ケース、解析結果とまとめ）
⑤実機を想定した構造を対象とした解析（上記④と同）

３．２　構造成立性再評価

上記３．１で整理したフェーズⅡ試験結果、解析結果及び発注者より提示する構造成立性評価のための評価項目等を基に、フェーズＩを超える温度条件における構造成立性を再評価する。

３．３　解析的手法のまとめ

上記３．１で整理した試験結果及び解析結果を考察し、以下の解析的手法をまとめる。

① 熱圧縮・座屈試験、せん断試験等の部材の高温挙動を解析するためのモデル化手法及び材料物性の設定手法
② これまで実施してきた試験結果を踏まえたSCCV設計に用いる全体解析用のモデル化手法及び材料物性の設定手法
③ これまで実施してきた試験結果を踏まえたSCCV全体の終局耐力を算定するための解析のモデル化手法及び材料物性の設定手法

４．実施期間

契約締結日から平成２８年２月２６日

表１に、実施項目別概略スケジュールを示す。

５．納入物

・表 2 に示す要提出図書とする。（要提出図書のうち報告書は４部及び報告書の電子データとする。）

６．納期

平成２８年２月２６日

７．納入先

日立ＧＥニュークリア・エナジー（株）（茨城県内）

８．機密保持事項：

本仕様書に定められた作業によって得られた解析結果及びその知見を日立ＧＥニュークリア・エナジー（株）の事前承諾無しに第三者に開示してはならない。

９．知的所有権

受注者は、本仕様書に規定される作業を実施するにあたって、第三者の知的所有権を侵害しないよう十分注意すること。

１０．その他条件

（１）本仕様書と契約書の記載内容で、齟齬がある場合は本仕様書内容を正とする。

（２） 各実施項目の納期が変更となる場合には、事前に日立ＧＥニュークリア・エナジー（株）に申請し承認を得るものとする。

（３） 実施内容の変更にあたっては、受注者は事前に発注者に申請し、承認を得るものとする。

（４） 作成した資料の情報管理区分については日立ＧＥニュークリア・エナジー（株）と協議し決定する。

（５） 本件の実施者は、格納容器構造の健全性評価手法の高度化の全体取りまとめに協力する。なお、上記には日立 GE ニュークリア・エナジー（株）及び（株）東芝が主催する打合せ、分科会等への出席、助勢作業を含むものとする。

表１　実施項目別概略スケジュール

平成２７年度	4	5	6	7	8	9	１０	１１	１２	1	2	3
フェーズⅡ開発成果の整理												
構造成立性再評価												
解析的手法のまとめ												
最終報告書作成												

表2　　提出図書 一覧

種別	図書分類	要提出図書*)	摘要	種類	部数	提出時期
一般	実施計画書	○		承認用	2	契約後2週間以内
	実施工程表	○		承認用	2	契約後2週間以内
	実施体制表	○		承認用	2	契約後2週間以内
	安全計画書	－		承認用	2	契約後2週間以内
	品質管理計画書	○		承認用	2	契約後2週間以内
	提出図書一覧表	○		承認用	2	契約後2週間以内
	再委託に係る承認申請書	適宜	様式は別途指示	承認用	2	契約後3週間以内
	打合せ議事録	○		参考用	1	打合せ後2週間以内
	工程実績表	○		参考用	1	月初5営業日以内
	立会申請書	－		参考用	1	立会前1週間以前
仕様変更	計画変更承認申請書	適宜	様式は別途指示	承認用	2	計画変更時
	打合せ議事録			承認用	2	打合せ後1週間以内
物品製造	物品製作仕様書	－		参考用	1	製作前2週間以前
	品質管理仕様書	－		承認用	2	製作前2週間以前
	外注購入先管理表	－		承認用	2	発注前2週間以前
物品購入	購入仕様書	－		承認用	2	購入前2週間以前
	外注購入先管理表			承認用	2	購入前2週間以前
機器設置工事	施工要領書	－		承認用	2	施工前2週間以前
	施工図			承認用	2	施工前2週間以前
	工事報告書			参考用	1	工事完了後2週間以内
試験	試験要領書	－		承認用	2	試験前2週間以前
	試験報告書	－		参考用	1	試験後2週間以内
廃棄･撤去等	輸送、保管、廃棄に関する仕様書	－		承認用	2	作業の開始前
	仮設備の撤去･分別解体に関する仕様書	－		承認用	2	作業の開始前
現地検査	検査要領書(立会い要領書)	－		承認用	2	検査前2週間以前
	検査報告書	－		参考用	1	納入時
報告	成果報告書	○	概要版含む	参考用	1	納入時
完成検査	納品書	○		－	1	納入時
	実績報告書	○		－	1	納入時
	納入品一覧表	○		参考用	1	納入時
	機器一覧表	－		参考用	1	納入時
	工程写真	－		参考用	1	納入時
	官庁検査合格書等	－		参考用	1	納入時
	機器取扱説明書	－		参考用	1	納入時
	完成写真	－		参考用	1	納入時
	完成図書	○	提出済図書一式(含 成果報告書)	参考用	1	納入時
	同上　電子記録媒体	○		参考用	1	納入時
支払い	精算払請求書	○	様式は別途指示	-	1	確定後速やかに

*)「○」は提出必須

以上